



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 58 172 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
A 61 B 3/16
A 61 F 2/16
A 61 F 9/00

⑳ Aktenzeichen: 198 58 172.6
㉔ Anmeldetag: 16. 12. 1998
㉓ Offenlegungstag: 21. 6. 2000

DE 198 58 172 A 1

㉑ **Anmelder:**

Campus Micro Technologies GmbH, 28195 Bremen, DE; Datamars S.A., Bedano-Lugano, CH; Morcher GmbH, 70374 Stuttgart, DE

㉒ **Vertreter:**

Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

㉒ **Erfinder:**

Binder, Josef, Prof. Dr., 28359 Bremen, DE; Draeger, Jörg, Prof. Dr., 20251 Hamburg, DE; Hille, Konrad, Dr.med., 66424 Homburg, DE; Lichtenberg, Jan, Dipl.-Ing., Neuchâtel, CH; Morcher, Olaf, 70374 Stuttgart, DE; Stegmaier, Peter, Dr., Bedano-Lugano, CH

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Implantat zur Messung des Augeninnendrucks**

⑤⑦ Es wird ein Implantat zur Messung des Augeninnendrucks angegeben, welches eine künstliche Linse, einen an dem Rand der Linse angeformten Randwulst und nach außen abstehende Haltearme an dem Randwulst sowie ein telemetrisches Endosystem enthält. Das telemetrische Endosystem weist einen Drucksensor, eine Signalverarbeitungsschaltung und Telemetrieeinrichtungen für die drahtlose Übertragung der Sensorsignale und den Empfang der Speiseenergie auf und ist auf dem Randwulst um die künstliche Linse herum angeordnet.

DE 198 58 172 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Implantat zur Messung des Augeninnendrucks mit einer künstlichen Linse, einem an dem Rand der Linse angeformten Randwulst und nach außen ab-

stehenden Haltearmen an dem Randwulst und mit einem telemetrischen Endosystem, welches als Elemente einen Drucksensor, eine Signalverarbeitungsschaltung und Telemetrie-einrichtungen für die drahtlose Übertragung der Sensorsignale und den Empfang der Speiseenergie enthält.

Implantate zum Einsetzen in ein Auge sind als künstliche Intraokularlinsen bekannt. Derartige Implantate bestehen aus einem optischen und einem haptischen Teil. Letzterer dient der Fixierung der Intraokularlinse im Auge. Der optische Teil dient dem Durchgang, bzw. der Brechung in das Auge einfallender Lichtstrahlen, so daß sie in geeigneter Weise auf die Netzhaut des Auges fallen, um das Sehvermögen des Implantatträgers zu optimieren. Meist ersetzt die Intraokularlinse eine natürliche Linse, die beispielsweise als Erscheinung fortgeschrittenen Alters eine Trübung erfahren hat.

Aus der DE 42 11 265 C ist ferner eine Korrekturlinse bekannt, welche auf die Vorderseite einer natürlichen Linse implantiert wird. Sofern die Brechkraft der natürlichen Linse zum scharfen Sehen ungeeignet ist, kann das Gesamtsystem von künstlicher Linse und natürlicher Linse eine zum scharfen Sehen geeignetere Brechkraft aufweisen.

In einigen Fällen, in denen ein Auge operativ mit einer Intraokularlinse versehen wurde, empfiehlt sich eine anhaltende, sorgfältige und oft durchgeführte Überwachung dieses Auges, insbesondere des Augeninnendrucks, dessen Abweichen von einem üblichen Wert zu irreversiblen Schädigungen des Auges führen kann und deshalb frühzeitig erkannt und durch entsprechende Behandlung des Auges zurückgedrängt werden sollte. Ein Träger einer Intraokularlinse muß daher die Messung des Augeninnendrucks in zeitlich geringen Abständen manuell durch fachlich qualifiziertes Personal durchführen lassen.

Aus der DE 43 41 903 A1 ist ein implantierbares telemetrisches Endosystem bekannt, welches u. a. zur kontinuierlichen Messung eines Drucks in einem menschlichen Körper geeignet ist. Die Vorrichtung besitzt einen Drucksensor, eine dem Drucksensor nachgeschaltete Signalverarbeitungsschaltung zur Verarbeitung des Sensorsignals, und Telemetrie-einrichtung für die drahtlose Abstrahlung des Sensorsignals an eine außerhalb des Körpers befindliche Empfänger-einheit, welche die Meßsignale verarbeitet und zur Anzeige bringt.

Aus der Veröffentlichung "Sensor, sensorinterfacing and front-end data management for stand alone microsystems" (Puers, Proc. 9th MME 1998) ist ein Implantat zur Messung des Augeninnendrucks bekannt, das unter Freilassen einer engen, zentralen Linse in einem eingefrästen, ringförmigen Kanal im optischen Teil einer Intraokularlinse eingebettet ist. Volumendrucksensoren sind auf einem ringförmigen Glasträger angeordnet. Durch eine Telemetrie-elektronik mit einer Antenne wird die Einrichtung mit Spannung versorgt und sendet Signale an eine außerhalb des Körpers angeordnete Einheit. Das Gewicht eines derartigen Implantats ist jedoch insbesondere wegen der Verwendung eines Glasträgers störend groß.

Der im Schutzanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Implantat zu schaffen, das ein geringeres Gewicht aufweist und daher auch zum langfristigen Verbleib im Auge geeignet ist.

Diese Aufgabe wird bei dem Implantat der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das telemetrische Endosystem auf einem Randwulst um die künstli-

che Linse herum angeordnet ist.

Mit der Erfindung wird ein Implantat von vergleichsweise geringem Gewicht verwirklicht. Da das telemetrische Endosystem um die künstliche Linse herum auf einem Randwulst angeordnet ist, leidet ein Träger eines derart vorteilhaft ausgebildeten Implantats nicht auch bei relativ weit geöffneter Pupille, wie etwa beim Sehen in Dunkelheit, nicht unter einem durch das Implantat verursachten Mangel an Helligkeit.

Der Randwulst umgibt die künstliche Linse des Implantats ringförmig. In den Wulst ist eine Ausnehmung eingelassen, die entsprechend der Ausbildung des Wulstes ebenfalls ringförmig verläuft. Bevorzugt ist das telemetrische Endosystem auf dem Grund der Ausnehmung befestigt und bildet eine monolithische, konzentrisch um die Linse angeordnete Erweiterung des Implantats.

Bevorzugt ist das telemetrische Endosystem auf einer dünnen Trägerfolie angeordnet. Sie eignet sich zum direkten Aufbringen von Leiterbahnen und den sonstigen Bauelementen einer gedruckten Schaltung. Unter Verwendung geeigneter Schaltungselemente fällt die Höhe des Implantats in Richtung der Achse des optischen Teils gering aus, so daß aufgrund eines geringen Materialvolumens ebenfalls ein geringes Gewicht erzielt wird.

Da der Innendurchmesser der Trägerfolie größer ist als der Durchmesser der künstlichen Linse, wird die in das Auge auf die Netzhaut fallende Lichtmenge nicht durch eine partielle Verschattung des optischen Teils beeinträchtigt. Der Außendurchmesser der Trägerfolie ist geringer als der Außendurchmesser des Randwulstes, so daß die Unterseite der Trägerfolie vollständig auf dem Grund der Ausnehmung aufliegen kann und die Trägerfolie zur Innen- wie zur Außenseite von den Wänden der Ausnehmung eingefaßt und geschützt ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird die Ausnehmung, in der die Trägerfolie mit dem telemetrischen Endosystem eingesetzt ist, mit einer Kunststoffmasse verschlossen, um einerseits die Gefahr zu verringern, daß unter Umständen zellschädliche Substanzen aus dem Implantat in dessen Umgebung diffundieren oder sich gar einzelne Elemente des telemetrischen Endosystems im Laufe der Zeit vom Implantat lösen können, und um andererseits eine möglichst ebene Oberfläche des Implantats auszubilden, so daß auch aus diesem Grunde die Gefahr einer Verletzung biologischen Materials der Umgebung möglichst gering ist.

Sowohl räumlich als auch hinsichtlich des Gewichtes wird eine vorsichtige Verteilung der Elemente des telemetrischen Endosystems auf der Trägerfolie vorgenommen. Zum Beispiel ist eine erste Gruppe von Elementen, die den Drucksensor und die Signalverarbeitungsschaltung enthält, auf einem ersten Abschnitt der Trägerfolie und eine zweite Gruppe mit den Telemetrie-einrichtungen einschließlich einer Spule auf einem, dem ersten Abschnitt gegenüber liegenden zweiten Abschnitt der Trägerfolie untergebracht. Dabei sind auf der Trägerfolie Leiterbahnen zum Verbinden der Elemente angeordnet.

Die Trägerfolie besteht vorzugsweise aus einem flexiblen Material wie beispielsweise Polyimid, so daß u. a. das Einbringen des Folienträgers in die Ausnehmung des Wulstes vereinfacht ist, insbesondere wenn die Ausnehmung als Nut ausgebildet ist und der Folienträger auf dem Nutgrund aufliegt und diesen weitgehend ausfüllt. Außerdem ist dadurch auch das gesamte Implantat ausreichend flexibel gestaltet und ermöglicht eine genaue Adaption an die individuellen Gegebenheiten des jeweiligen Auges, in welches das Implantat einoperiert wird.

Die Elemente des telemetrischen Endosystems sind in ei-

ner bevorzugten Ausführungsform auf die Folie aufgeklebt. Um die Verbindung zwischen entsprechenden Kontakten der Trägerfolie und den Leiterbahnen sicherzustellen, wird beispielsweise elektrisch leitender Klebstoff verwendet. Alternativ läßt sich auch ein anderes Verbindungsverfahren, beispielsweise das Die-Bonding einsetzen.

Ein druckempfindlicher Kondensator eignet sich in besonderem Maße als Sensorelement, da er mit geringer elektrischer Versorgungsleistung auskommt und ferner eine hinreichend hohe Empfindlichkeit zur Aufnahme von aussagekräftigen Meßdaten aufweist. Vorzugsweise wird ein Flächensensorelement eingesetzt, welches nur ein geringes Volumen einnimmt. Der Augendruck wirkt möglichst unmittelbar auf den Sensor, so daß ein Optimum an Empfindlichkeit erreicht wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das in der Ausnehmung des Wulstes befindliche telemetrische Endosystem und/oder die Trägerfolie mit einer zweiten Folie oder einer Deckschicht überzogen. Die zweite Folie dient als zusätzliche Barriere zwischen dem System und der Umgebung des Implantats, so daß von unter der zweiten Folie eingeschlossenen Substanzen, deren Wirkung auf biologisches Material der Umgebung unerwünscht sein könnte, keine Gefahr für die natürlichen Augensubstanzen ausgeht.

Die Telemetrieeinrichtungen des Implantats enthalten vorzugsweise eine Mikroschule, die sowohl einem Empfang von Speisesignalen und je nach Ausbildung auch von Steuer- und/oder Datensignalen dient als auch einem Senden von Meß- und/oder Datensignalen der Sensorelemente. Die Mikroschule läßt sich beispielsweise auf spiralförmigen und/oder konzentrischen Leiterbahnen, die geätzt oder galvanisch aufgebracht oder gedruckt sind und vorzugsweise um die künstliche Linse herum verlaufen, oder als gewinkelte Drahtspule, ggf. mit Ferritkern, auf der Trägerfolie verwirklichen. Die Spule verläuft beispielsweise um die künstliche Linse herum. Bei der auf einer Trägerfolie in spiralförmigen Windungen verwirklichten Spule verlaufen bevorzugt diese Windungen um die künstliche Linse herum.

Vorteilhafterweise bestehen Leitungen auf der Trägerfolie aus Platin, da Platin eine vergleichsweise geringe zellschädigende Wirkung aufweist und deshalb die Gefahr einer Schädigung in der Umgebung des Implantats durch sich ablösendes Platinmaterial verringert ist.

Eine Referenzkapazität dient der Kalibration des Kapazitätselementes des Drucksensors. Es ist ferner möglich, die Differenz zwischen den Kapazitäten zu messen und so eine gegenüber der Messung mit nur einem Element erhöhte Meßgenauigkeit zu erzielen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Frontansicht des Implantats;

Fig. 2 einen Querschnitt durch das Implantat;

Fig. 3 einen Querschnitt durch den Folienträger mit Drucksensor und Signalverarbeitungsschaltung;

Fig. 4 ein Blockschaltbild des telemetrischen Endosystems;

Fig. 5 einen Querschnitt durch ein Auge mit eingesetztem Implantat.

Die **Fig. 1** und **2** zeigen eine Frontansicht und einen Querschnitt durch das Implantat. In einem zentralen Bereich, der einen optischen Teil des Implantats ausmacht, ist eine künstliche Linse **5** ausgebildet, die in der Peripherie von einem am Rand der Linse angeformten, ringförmigen Randwulst **10** umgeben ist. In einem haptischen Teil des Implantats sind Haltearme **15** an den Wulst angeformt und verlaufen vom Randwulst beabstandet in Umfangsrichtung eines vor-

gegebenen Bogenwinkels um die optische Achse der künstlichen Linse **5** geformt.

Das Implantat enthält Elemente **20**, **25**, **30**, **50** eines telemetrischen Endosystems. Eine Querschnittszeichnung in **Fig. 3** verdeutlicht die Anordnung eines Drucksensors **20** und eines Schaltungselementes **25** zur Signalverarbeitung auf einer Trägerfolie **35**. Der Drucksensor **20** weist ein dem Druck der Umgebung zugängliches Flächensensorelement **60** auf. Ferner sind Anschlußkontakte **65** an dem Drucksensor ausgebildet, die mit Leiterbahnen **70**, die auf dem Träger **35** aufgebracht sind, in elektrischer Verbindung stehen. Der Drucksensor **20** ist entweder mittels einer Klebemasse **75** oder mittels Die-bonding haftend mit den Leiterbahnen der Trägerfolie **35** verbunden. In gleicher Weise ist auch das Schaltungselement **25** zur Signalverarbeitung mit Anschlußkontakten **65** ausgebildet, die mit den Leiterbahnen **70** in elektrischer Verbindung stehen. Eine Klebemasse **75** zwischen der Trägerfolie **35** und dem Schaltungselement **25** besorgt ein sicheres Haften des Elementes an der Trägerfolie. Die Leitungen stellen eine elektrische Verbindung der Ein- und Ausgänge von Drucksensor **20** und Signalverarbeitungsschaltung **25** her.

Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild mit einem telemetrischen Endosystem **100**. Es besteht im wesentlichen aus den Elementen Drucksensor **20**, Signalverarbeitungsschaltung **25** und Telemetrieeinrichtungen **30**. Letztere umfassen eine Telemetrieelektronik **80** und eine Sende- und Empfangsspule **50**. Pfeile verdeutlichen den Fluß von Signalen zwischen den Elementen des telemetrischen Endosystems. Von einem externen Lesegerät **200** werden dem telemetrischen Endosystem **100** Speisesignale (Energie) drahtlos zugeführt. Von der Sende- und Empfangsspule **50** werden die Signale empfangen und an die Telemetrieelektronik **80** übermittelt. Durch eine Verbindung mit der Signalverarbeitungsschaltung **25** und mit dem Drucksensor **20** werden auch diese Elemente mit Spannung versorgt. Die Versorgungsleistung des telemetrischen Endosystems **100** beträgt beispielsweise ungefähr $0,4 \text{ mW}$ bei einer Eingangsspannung von $3,5 \text{ V}$. Die Versorgung des Systems erfolgt beispielsweise in einem Takt von 10 bis vorzugsweise 500 kHz .

Der Drucksensor **20** nimmt Meßdaten auf und leitet diese an die Signalverarbeitungsschaltung **25** weiter. Die Signalverarbeitungsschaltung **25** erzeugt aus der Kapazitätsänderung des Drucksensors **20** ein pulsweitenmoduliertes, quasidigitales Ausgangssignal und gewährleistet dadurch eine hohe Auflösung der Druckmeßwerte. Durch eine Verbindung mit den Telemetrieeinrichtungen **30** gelangen die verarbeiteten Daten an die Telemetrieelektronik **80**. Diese gibt die zum Senden vorbereiteten Daten weiter an die Sende- und Empfangsspule **50**. Die Spule sendet die Daten in Form von Signalen, die auf drahtlosem Wege das Implantat verlassen und von dem Lesegerät **200** extern empfangen werden können. Die Sendeleistung ist hinreichend groß, um mindestens einige Millimeter im organischen Material der Umgebung zu passieren und einige Zentimeter in Luft zurückzulegen. In einer entsprechenden Entfernung zum Implantat kann das Lesegerät **200** die Signale empfangen.

Wie in den **Fig. 1** und **2** dargestellt, sind die Elemente **20**, **25**, **30**, **50**, **80** des telemetrischen Endosystems **100** im Bereich des ringförmigen Randwulstes **10** angeordnet. Im Bereich eines ersten Abschnitts befindet sich ein Drucksensorelement **20** und eine Signalverarbeitungsschaltung **25**. Im Bereich eines zweiten Abschnitts sind Telemetrieeinrichtungen **30** einschließlich einer Sende- und Empfangsspule **50** angeordnet. Die Spule **50** – in **Fig. 1** nur angedeutet – besitzt in der dargestellten Ausführungsform spiralförmige Windungen, die sich auf der Trägerfolie **35** befinden und um die künstliche Linse herum verlaufen.

In Fig. 2 ist gezeigt, daß sich die Elemente auf einer Trägerfolie 35 befinden, der auf dem Grund einer Ausnehmung 40 befestigt ist. Die Ausnehmung 40 ist als T-Nut ausgebildet. Die Ausnehmung mit der darin befindlichen Trägerfolie 35 und den Elementen des telemetrischen Endosystems ist mit einer Kunststoffmasse aufgefüllt, die die obere Seite 85 des Randwulstes 10 über die Öffnung der Ausnehmung 40 hinweg glatt abschließt.

Fig. 5 zeigt eine mögliche Anordnung des Implantats in einem menschlichen Auge 90. Das Implantat ist hinter der Iris 95 eingesetzt. Eine künstliche Linse 5 im optischen Teil des Implantats tritt dabei an die Stelle der natürlichen Linse. Da sich die Elemente 20, 25, 30, 50, 80 des telemetrischen Endosystems in einem Bereich außerhalb des optischen Teils 5 des Implantats befinden, sind sie für einen Betrachter des Auges durch die Iris 90 verdeckt.

Das telemetrische Endosystem 100 des Implantats gibt vorzugsweise einen Identifizierungscode aus, um die von der Sende- und Empfangsspule 50 gesendeten Signale direkt einem Patienten zuordnen zu können. Die Länge des Codes beträgt beispielsweise 64 Bit. Der Code ist permanent in einem Element des telemetrischen Endosystems 100 abgespeichert und in einer bevorzugten Ausführungsform aus Sicherheitsgründen nicht programmierbar. Das telemetrische Endosystem kann ferner Kalibrierte Daten für den Drucksensor 20, beispielsweise im 16 Bit Format, speichern und verarbeiten. Zur Speicherung dieser und/oder weiterer Daten sowie von Programmschritten ist ein Nur-Lese-Speicher, PROM, und/oder in einer alternativen Ausführungsform ein Lese-Schreib-Speicher, EEPROM, vorgesehen. Die Kalibrationsdaten des Sensors können mit dem Identifizierungscode verknüpft und im Lesegerät abgespeichert werden.

Patentansprüche

1. Implantat zur Messung des Augeninnendrucks mit einer künstlichen Linse (5), einem an dem Rand der Linse angeformten Randwulst (10) und nach außen abstehenden Haltearmen (15) an dem Randwulst und mit einem telemetrischen Endosystem (100), welches als Elemente einen Drucksensor (20), eine Signalverarbeitungsschaltung (25), und Telemetrie-einrichtungen (30) für die drahtlose Übertragung der Sensorsignale und den Empfang der Speiseenergie enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß das telemetrische Endosystem (100) auf dem Randwulst (10) um die künstliche Linse (5) herum angeordnet ist.
2. Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Randwulst (10) die künstliche Linse (5) ringförmig umgibt und daß das telemetrische Endosystem (100) in einer Ausnehmung (40) angeordnet ist, die ringförmig um die künstliche Linse (5) verläuft.
3. Implantat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das telemetrische Endosystem (100) auf einer Trägerfolie (35) angeordnet ist und daß die Trägerfolie (35) zusammen mit dem telemetrischen Endosystem (100) in die Ausnehmung (40) des Randwulstes (10) eingesetzt ist oder auf dem Randwulst (10) angeordnet.
4. Implantat nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Innendurchmesser der Trägerfolie (35) größer ist als der Durchmesser der künstlichen Linse (5) und daß der Außendurchmesser der Trägerfolie (35) kleiner ist als der Außendurchmesser des Randwulstes (10).

5. Implantat nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (40) nach dem Einsetzen der mit den Elementen (20, 25, 30) des telemetrischen Endosystems (100) bestückten Trägerfolie (35) mit einer Kunststoffmasse (45) verschlossen ist.

6. Implantat nach Anspruch 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (20) und die Signalverarbeitungsschaltung (25) auf einem Abschnitt der Trägerfolie (35), die Telemetrie-einrichtungen (30) einschließlich einer Sende- und Empfangsspule (50) auf einem anderen Abschnitt der Trägerfolie (35) angeordnet sind und daß auf der Trägerfolie (35) Leitungen (70) zum Verbinden des Drucksensors (20), der Signalverarbeitungsschaltung (25), der Telemetrie-einrichtungen (30) und der Sende- und Empfangsspule (50) vorgesehen sind.

7. Implantat nach Anspruch 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerfolie (35) aus flexiblem Material besteht.

8. Implantat nach Anspruch 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente (20, 25, 30, 50) des telemetrischen Endosystems (100) auf die Trägerfolie (35) aufgeklebt sind.

9. Implantat nach Anspruch 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente des telemetrischen Endosystems (100) mittels einer elektrisch leitenden Klebmasse an den Anschlußkontakten (65) mit entsprechenden Anschlußkontakten der auf der Trägerfolie (35) aufgetragenen Leitungen (70) elektrisch verbunden und aufgeklebt sind.

10. Implantat nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (20) als Sensorelement einen druckempfindlichen Kondensator enthält.

11. Implantat nach Anspruch 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das druckempfindliche Sensorelement (20) in der Öffnung der ringförmigen Ausnehmung (40) des Randwulstes (10) frei zugänglich angeordnet ist.

12. Implantat nach Anspruch 3 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente des telemetrischen Endosystems (100) und/oder die Trägerfolie (35) mit einer elastischen Schicht aus Kunststoffmaterial (45) überzogen sind.

13. Implantat nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Windungen der Spule (50) die künstliche Linse (5) ringförmig umgeben.

14. Implantat nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (50) als ebene Spule mit spiralförmigen Windungen auf der Trägerfolie (35) ausgebildet ist.

15. Implantat nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (50) als gewickelte Luftspule ausgebildet ist.

16. Implantat nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (50) auf einen Ferritkern gewickelt ist.

17. Implantat nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (50) stabförmig ausgebildet ist.

18. Implantat nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitungen (70) auf dem Folienträger (35) im wesentlichen aus Platin bestehen.

19. Implantat nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Referenzkapazität, die

mit der Signalverarbeitungsschaltung (25) verbunden
ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

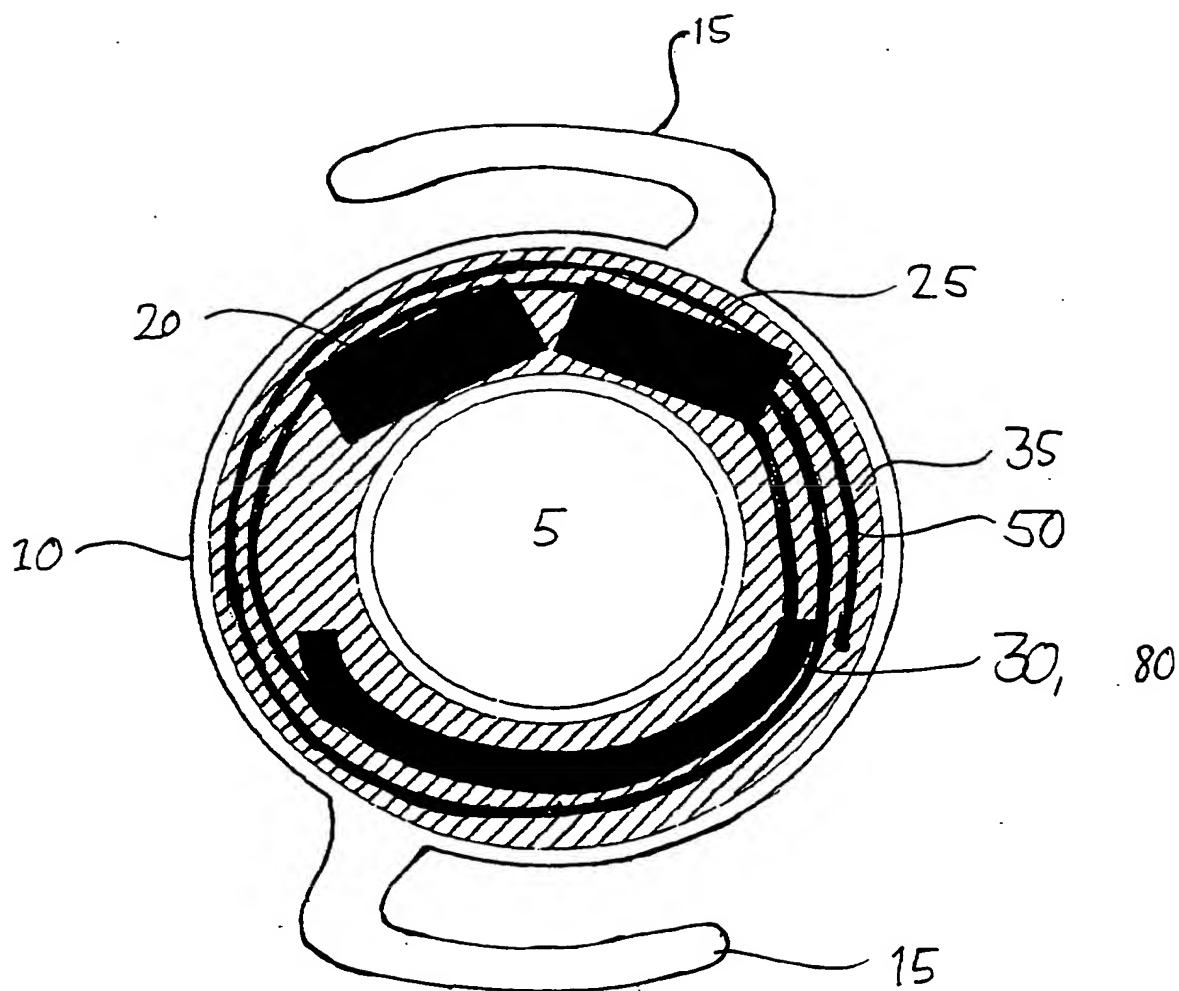


Fig. 1

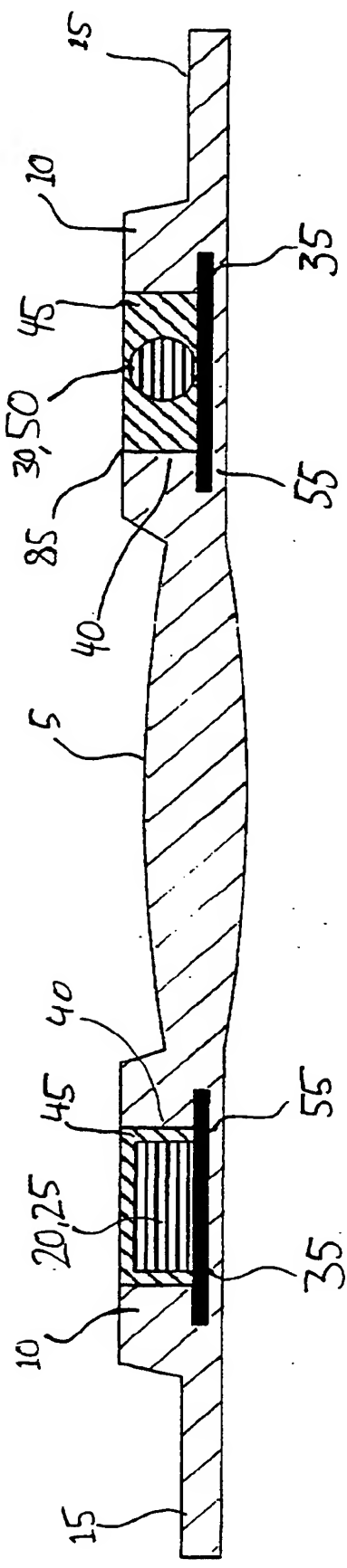


Fig. 2

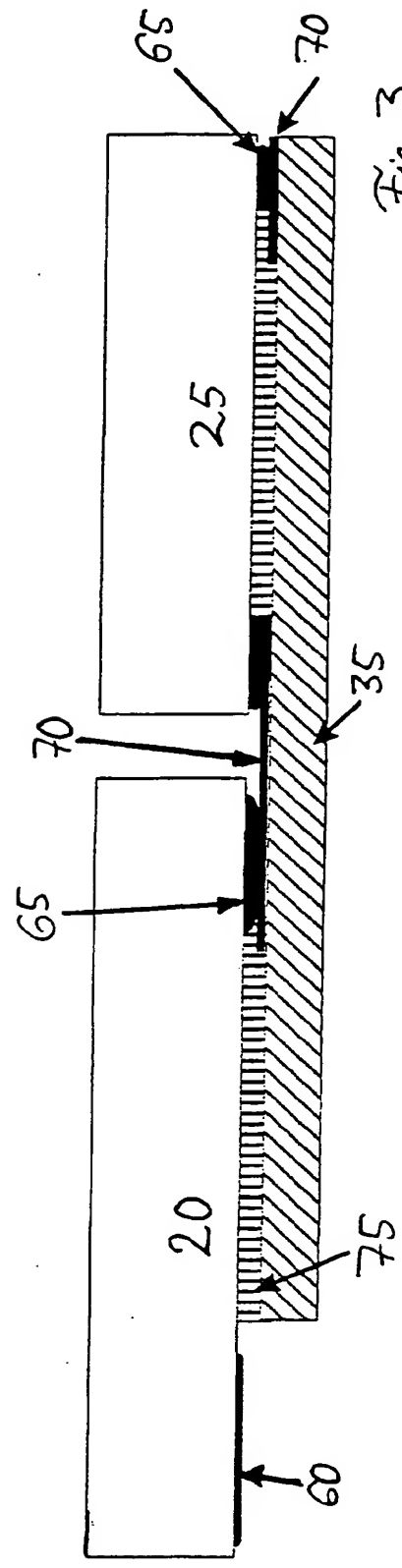


Fig. 3

